

УДК 338.2
ББК 65.32
JEL Z32

Инновационное развитие: ветровая энергетика

Шумаев Виталий Андреевич, доктор экономических наук, профессор, академик РАЕН,
НИИ Минобороны РФ, Москва, Российская Федерация
E-mail: vitshumaev@mail.ru

Аннотация: Мировой прогресс развивается в направлении замены использования нефти, газа, угля и тому подобных природных ресурсов для производства электрической и тепловой энергии для производственных и бытовых нужд. При этом в атмосферу планеты выделяется большое количество отходов горения, что в худшую сторону изменяет структуру воздуха и негативно влияет на окружающую среду. Развитие научно-технического прогресса позволило изыскать возможности производства энергии за счет использования солнечного света и тепла, ветра, движения морских вод, которые не расходуются, а представляют собой возобновляемые источники в результате природных явлений. Целью данной статьи является ознакомление заинтересованных ученых и специалистов в опыте производства ветровой энергетике на основе использования ветровых установок в различных условиях эксплуатации. При изложении статьи использованы методы наблюдения, анализа и обобщения опыта различных стран. Показаны конкретные примеры расположения ветрогенераторов, изготовления ветровых установок для использования передового опыта другими странами, достижения России по строительству ветровых электростанций на ее территории, опыт Германии, Шотландии и Нидерландов. Представлены оригинальные конструкции созданных в России ветровых установок, монтаж которых можно осуществлять без крана и они в 2,5 раза мощнее зарубежных. Производство ветроустановок налажено на совместных предприятиях. Созданы ветропарки в Зеленограде, Адыгее, Ставропольском крае, продолжают строиться в Ростовской области и на Дальнем востоке.

Ключевые слова: энергетика; возобновляемые источники энергии; ветровая электростанция; лопасть; ветропарк.

Innovative development ener: wind gy

Vitaly A. Shumaev, Doctor of Economics, Professor, Academician of the RAES,
Research Institute of the Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation
E-mail: vitshumaev@mail.ru

Annotation: World progress is developing in the direction of replacing the use of oil, gas, coal and similar natural resources for the production of energy for industrial and household needs. At the same time, a large amount electric and thermal of gorenje waste is released into the planet's atmosphere, which changes the air structure for the worse and negatively affects the environment. The development of scientific and technological progress has made it possible to find opportunities for energy production through the use of sunlight and heat, wind, and the movement of sea waters, which are not consumed, but are renewable sources as a result of natural phenomena. The purpose of this article is to familiarize interested scientists and specialists with the experience of wind energy production based on the use of wind turbines in various operating conditions. The methods of observation, analysis and generalization of the experience of various countries are used in the presentation of the article. Specific examples of the location of wind turbines, the manufacture of wind turbines for the use of best practices by other countries, the achievements of Russia in the construction of wind power plants on its territory, the experience of Germany, Scotland and the Netherlands are shown. The original designs of wind turbines created in Russia are presented, the

installation of which can be carried out without a crane and they are 2.5 times more powerful than foreign ones. The production of wind turbines has been established at joint ventures. Wind farms have been created in Zelenograd, Adygea, and the Stavropol Territory, and they continue to be built in the Rostov Region and in the Far East.

Keywords: energy, renewable energy sources, wind power plant, blade, wind farm.

Введение

В настоящее время наибольшая доля электроэнергии в России (более 60%) вырабатывается тепловыми электростанциями в результате сжигания природных ресурсов (нефти, газа, угля и др. горючих материалов). Такая же картина - за рубежом. При этом происходит выделение отходов и выброс вредных веществ в атмосферу планеты, что негативно сказывается на качестве жизни человека и живых существ. Ученые и инженеры уже продолжительное время находятся в поисках альтернативных источников энергии, прежде всего возобновляемых, экологически чистых. Ряд таких источников найден, однако их использование пока экономически не выгодно. Работы по удешевлению проводятся. Ветровые установки (ветряки) испокон веков использовались для получения механической энергии вращения, с помощью которой производился помол зерна. Если использовать эту энергию для вращения ротора генератора, то вырабатывается электрическая энергия. Этот способ в последние годы совершенствуется – современные ветряки отличаются от ранее имевших место. К тому же энергия ветра возобновляемая, практически безграничная, поскольку движение воздуха будет всегда, пока будет сама атмосфера. В настоящее время наблюдается интенсивное развитие возобновляемых источников энергии, в частности ветровой, что особенно актуально для создания «зеленой», экологически чистой энергетики.

На сегодняшний день ветровая энергетика имеет наибольшую эффективность среди альтернативных возобновляемых источников.

Инновации как фактор развития возобновляемых источников энергии

Для подъема экономики России выбрано инновационное направление развития. Это требует развивать научный потенциал страны путем вложения капитала в получение знаний, повышение уровня образования, создания благоприятных условий для разработки и применения новых технологий и материалов, нового оборудования, более производительных машин и других новшеств. Это достигается за счет вливания финансов, прежде всего, в науку.

Понятия «инновации» во многих источниках трактуются, на наш взгляд, не полно, не учитывая финансовую составляющую. Новшества (в частности изобретения) это еще не инновации. Это признано учеными США, Германии, стран Юго-восточной Азии и др. [1, 6]. Современные инновационные разработки основываются на передовых методах и технологиях, разработанных человечеством [2].

Под инновациями автор понимает результат комплекса взаимосвязанных видов деятельности по созданию новшеств, организации их производства и реализации на рынке на основе последовательного финансирования инвестиционного процесса на всех стадиях инновационной деятельности, начиная с науки [3, 5].

Наибольшее использование мировых инновационных разработок наблюдается на транспорте и в энергетике. Необходимость развития энергетики, логистики и транспортной инфраструктуры для подъема экономики России очевидно. Основными направлениями инновационного развития транспорта и инфраструктуры на инновационной основе являются: расширение использования альтернативных возобновляемых источников энергии; создание скоростных надземных авто и железнодорожных магистралей, соответственно, скоростных автомобилей и железнодорожных транспортных средств; разработка и выпуск беспилотных грузовых и легковых автомобилей, автобусов; сооружение подземных, надземных и подводных трубопроводных транспортных систем (мостов); разработка и внедрение авиационных беспилотных транспортных средств; создание и использование транспортных двигателей на воде, водороде, электричестве, биотопливе и других видах альтернативных

возобновляемых источников энергии; развитие электронных систем управления и отслеживания транспортными средствами и др. [4, 7, 8].

Ветроэнергетика в Померании (Германия)

Следует отметить, что в Германии (с ее мягким климатом) центрального отопления нет, а все производственные и житейские проблемы решаются с помощью самого прогрессивного вида энергии – электричества.

Для ее производства используются современные способы альтернативной энергетики, в частности ветровой. Например, в Померании 40% потребляемой электроэнергии производится с помощью ветряков. У города Нойбуков установлен 200-метровый ветрогенератор, который является символом города ветровой энергетики, где дуют сильные ветра с Балтийского моря.

Ветряные электростанции малой мощности высотой 15 м (рис. 1) производятся фирмой DethloffundLange (г. Нойбуков), они рассчитаны не на промышленное потребление электроэнергии, а на индивидуальные домашние хозяйства: одна такая установка удовлетворяет на 80% потребность одного хозяйства сельскохозяйственного региона¹. Причем, на ветровых установках применяются различные, в частности и необычные, формы вращающихся элементов. Дальнейшее развитие там ветровой энергетики позволит увеличить количество рабочих мест и улучшить экономическое положение местного населения.



Рис. 1. / Fig. 1. Один из вариантов германского ветряка / One of the variants of the German windmill

Источник / Source: www.newchemistry.ru / www.newchemistry.ru

Ветроэнергетика в России

В России ветровая энергетика начала появляться несколько позже, чем в Европе, однако в настоящее время развивается интенсивно. Учитывая то, что конструкция ветровой электростанции более науко- и капиталоемкая относительно солнечной, то ее развитие пока несколько отстает от нее, но после отработки наиболее эффективных и оптимальных вариантов строительство ветровых электростанций ускорится. Причем, Россия, с ее огромной территорией, имеет высокий потенциал строительства и использования ветровых установок.

Крупнейшей ветроэлектростанцией в России являлась Зеленоградская ветровая электростанция мощностью 5,1 МВт (рис. 2).

¹ Альтернативные топлива, энергетика. URL: www.newchemistry.ru (Дата обращения 21.07.2021 г.).



Рис. 2. / Fig. 2. Зеленоградская ВЭС / Zelenogradwindfarm
Источник / Source: zen.yandex.ru / zen.yandex.ru

Первые ветровые установки недолговечны и не достаточно эффективны. Пока ветроэнергетика не может обеспечить потребность нашей страны, но к 2035 году намечено сделать ее распространенным видом «зеленой» энергетики. К освоению ветроэнергетики подключились Государственные корпорации «Росатом» и «Роснано», которые заключили договора о сотрудничестве с фирмами Германии и Голландии. По германским технологиям строятся ветропарки, поставляются за рубеж компоненты, а также будут стоять ветропарки за рубежом.

Первым проектом «Росатома» стало строительство Адыгейской ВЭС (рис. 3). Это 60 установок мощностью по 2,5 МВт, а суммарная мощность всего ветропарка – 150 МВт, что превышает мощность всех ветроэлектростанций России.



Рис. 3. / Fig. 3. Адыгейская ВЭС / Adygea Windfarm
Источник / Source: zen.yandex.ru / zen.yandex.ru

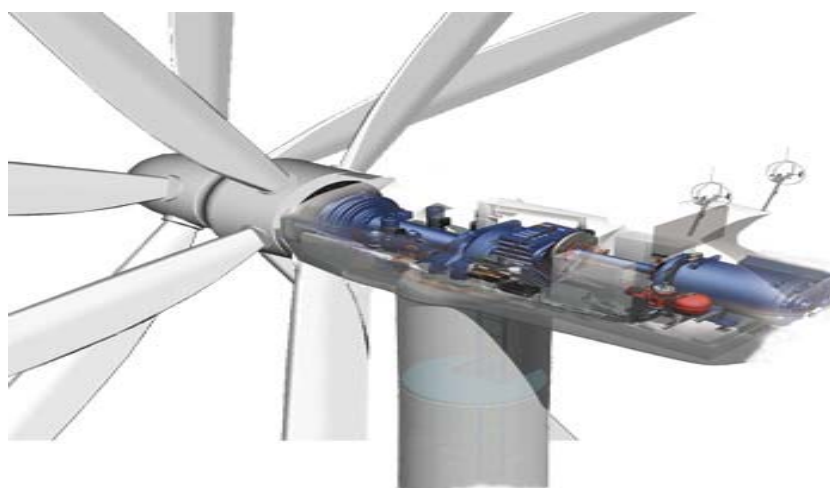
Вторым проектом «Росатома» является Кочубеевская ветровая электростанция (Ставропольский край). Здесь предусмотрено установить 84 ветряка мощностью 2,5 МВт каждый, общая мощность ветропарка составит 210 МВт, расположенного на территории в 725 кв. м. Годовая выработка этого парка ожидается около 500 млн. кВт электроэнергии. Высота ветряка – 150 м, длина каждой из трёх лопастей - 50 м. Каждая ветроэнергетическая установка весом более 300 т стоит на бетонном фундаменте, сооруженном на 22 сваях, вбитых в землю на 20 м. Однако это не последний ветровой парк в Ставропольском крае. Предусматривается продолжить строительство ветровых электростанций в этом ветренном

краю и довести суммарную мощность их до 400 МВт².

Ветрогенераторы для ВЭС.

В России развернули широкое производство ветрогенераторов для ветровых электростанций. Активное положение здесь занимают «Росатом» и «Роснано», которые организуют совместные предприятия, занимающиеся производством башен, гондол, лопастей. Кроме указанных выше электростанций строится ветровая электростанция в Ростовской области мощностью 120 МВт из 48 установок. Однако не только в России такие электростанции строят российские предприятия, но и участвуют в создании ветровых электростанций за рубежом. Так, заключены контракты на поставку ветротурбин с Вьетнамом и Саудовской Аравией, проявили интерес Индонезия, Камбоджа и Лаос, лопасти поставляют в Данию.

Российские разработки ветроустановок не уступают зарубежным. Так, их производительность в 2,5 раза выше зарубежных той же мощности, а себестоимость получаемой электроэнергии – ниже. Отечественные конструкции ориентированы на небольшие скорости ветров (8-9 м/с), что позволяет им работать практически на любой территории и является конкурентным преимуществом. При этом может использоваться двухроторная схема вращения. Ее разработала группа компаний «Инновационные системы» (Сколково). На основе двухроторной схемы в Воронеже создали мощную ветровую электростанцию ИнС-В-1000 мощностью 1 мВт (рис. 4).



Компоновка ВЭУ ИнС-В-1000

Рис. 4. / Fig. 4. Двухроторная схема ветроустановки / Two-rotor scheme of a wind turbine

Источник / Source: altenergiya.ru / altenergiya.ru

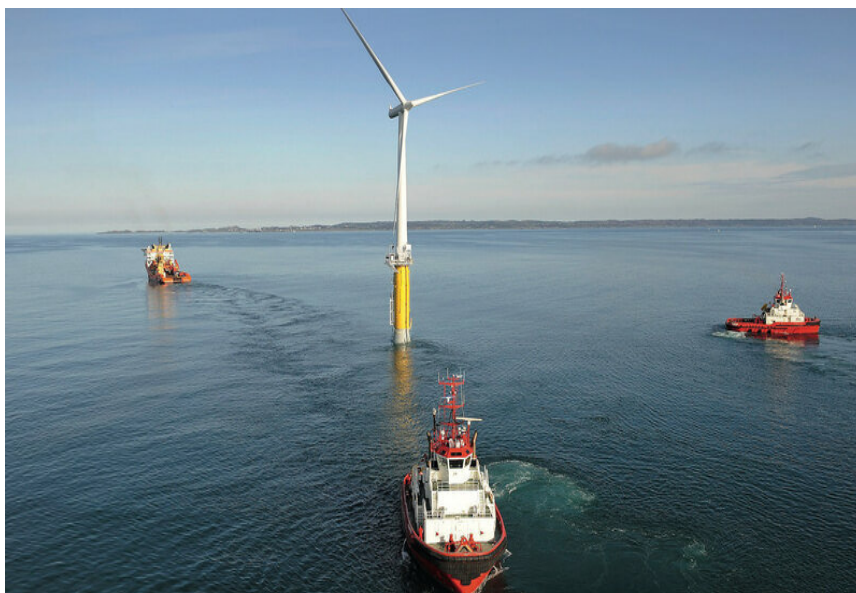
В настоящее время на базе двухроторной модели ИнС-В-1000 во Вьетнаме строится ветроэлектростанция Конг Хай 1 из 500 ветрогенераторов. На Дальнем востоке также запланировано построить ветропарк по указанной технологии. Еще одним конкурентным преимуществом российской модели является технология монтажа без применения крана³.

Опыт Шотландии по строительству ветровых электростанций

У побережья Шотландии сооружена оригинальная экспериментальная ветряная электростанция NuwindScotland. Установки не закреплены на дне, а их концы находятся в толще воды. Практически 250-метровые электростанции находятся на плаву подобно поплавкам (рис. 5) [4].

² Кочетов А. Возрождение российской ветроэнергетики. URL: zen.yandex.ru (Дата обращения 21.07.2021 г.).

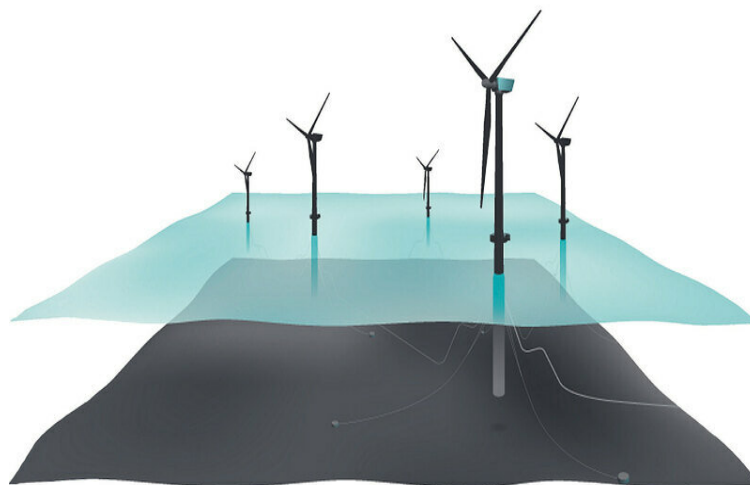
³ Уникальная разработка из России. Ветрогенераторы для ВЭС. URL: www.investvostok.ru (Дата обращения 21.07.2021 г.).



*Рис. 5. / Fig. 5. Плавающая ветровая электростанция в Шотландии/
Floating wind farm in Scotland*

Источник / Source: zen.yandex.ru / zen.yandex.ru

Одна треть высоты ветряка находится под водой, крепится цепями к якорям массой более 1300 т и балластом из железной руды массой 5 тыс. т. Это позволяет выдерживать шторма, что подтверждено в 2018 году. В 2019 г. испытания ветряков Hуwind признали успешными. Такая конструкция ветровой электростанции обусловлена погодными условиями тех мест: сильные ветра дуют в море глубиной более 60 м (рис. 6). На основе научных разработок, основанных на выборе специальной конструкции для работы в море при сильных ветрах, норвежский энергетический концерн Equinor имеет намерения строительства установок плавучих ветряков по всему миру⁴.



*Рис. 6. / Fig. 6. Оригинальный вариант ветровой электростанции в море. The
original version of a wind power plant in the sea*

Источник / Source: zen.yandex.ru / zen.yandex.ru

Заключение

Ветровая электроэнергетика в своем развитии несколько отстает от солнечной, которая проще и сооружение ее гораздо быстрее ветровой. Однако научные разработки

⁴ Энергия двух стихий: зачем в море строят ветряки. URL: zen.yandex.ru (Дата обращения 21.07.2021 г.).

ветровых установок ведутся в ряде стран и имеют успех в создании более производительных установок по сравнению с солнечными батареями. Причем, имеют место проекты ветроустановок не только на земле, но и на территории моря.

В России ветроэнергетика развивается интенсивно. Организацией ее научных и практических разработок занимаются «Росатом» и «Роснано» с участием подразделений Сколково. Созданы совместные предприятия. Крупные производственные мощности по изготовлению ветроустановок и их компонентов созданы в Ульяновске, Воронеже. Построены ветровые электростанции в виде ветропарков около Зеленограда, в Ставропольском крае, намечено строительство крупнейшего ветропарка Ростовской области и на Дальнем востоке. Кроме того, российские компании и отдельные специалисты участвуют в строительстве ветропарков за рубежом (Вьетнам, Саудовская Аравия). Поставляются лопасти ветроустановок в Данию. Проявляют интерес к сотрудничеству в области строительства ветропарков и другие зарубежные страны.

Ветровая энергетика, наряду с другими альтернативными возобновляемыми источниками энергии, несомненно, представляет собой технологию будущего в выработке электрической энергии.

Литература

1. Международный опыт развития инфраструктуры инновационной деятельности. Материалы 1-го международного форума «От науки к бизнесу». Санкт-Петербург, 17-19 мая 2007. – 2008. – 314 с.

2. Современные технологии в мировом научном пространстве: методы, модели, прогнозы: коллективная монография / Божко Л.М. и др.; под общей ред. А. Б. Черемисина. – Петрозаводск: МЦДП «Новая наука», 2020. – 273 с.

3. Шумаев, В.А. Инновационные подходы к развитию транспорта / В.А. Шумаев // Транспортное дело России. – 2017. – № 2(129). – С. 8-10.

4. Шумаев, В.А. Логистика как эффективный инструмент управления и развития экономики страны: Монография / В.А. Шумаев. – М.: Издательство «Онтопринт», 2020. – 146 с.

5. Шумаев, В.А. Управление инновациями: состояние, теория, практика. Монография / В.А. Шумаев. – М.: изд. «МУ им. С.Ю. Витте», 2015. – 172 с.

6. Sato Y., Kaufman J. J. Value analysis tear-down: a new process for product development and innovation. – N.Y.: Industrial Press, 2005. — 207 p.

7. Shumaev V.A., Goncharenko L.P., Odintsov A.A., Sazonov A.A., Sybachin S.A. Logistification of Russia as basis for further development of economy. Conference book. The 5th Internationale Conference in Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism & Hospitality 2017 (SERVE 2017) Russia-Moscow, 30 November 2017. CRC Press / Balkema, Taylor & Francis Group. P. 1-5.

8. Shumaev V.A., Odintsov A.A., Sazonov A.A., Raniuk V.V., Arkhipova N.I., Morkovkin D.E. Model of Efficient Cost Reduction Instrument for Machine Construction. Modern Journal of Language Teaching Methods (MJLTM), marsh 2018. Pp. 285-292. URL: <http://mjltm.org/en/downloadpaper.php?pid=467%20&%20p=A>.

References

1. Megdunarodniyopitrazvitiyainfrastrukturiiinnovacionnoydeyatelnosti (International experience in the development of innovation infrastructure). Materials of the 1st International Forum «From science to business». St. Petersburg, May 17-19, 2007. 2008. 314 p.

2. Sovremennie tehnologii v mirovom nauchnom prostranstve: metodi, modeli, prognozi (Modern technologies in the world scientific space: methods, models, forecasts): a collective monograph / Bozhko L.M. et al.; under the general editorship of A.B. Cheremisin. Petrozavodsk: ICDP "New Science", 2020. 273 p.

3. Shumaev, V. A. Innovacionnie podhodi k razvitiyu transporta (Shumaev, V.A. Innovative

approaches to the development of transport) // Transport business of Russia. 2017. № 2(129). P. 8-10.

4. Shumaev, V.A. Lodistika kak effektivniy instrument upravleniya i razvitiya ekonomiki strani (Shumaev, V.A. Logistics as an effective tool for managing and developing the country's economy): Monograph. M. Publishing house "Ontoprint", 2020. 146 p.

5. Shumaev, V.A. Upravlenie innovatsiyami: sostoyanie, teoriya, praktika (Shumaev V.A. Innovation management: state, theory, practice). Monograph. M.: ed. "MU named after S.Yu. Witte", 2015. 172 p.

6. Sato Y., Kaufman J. J. Value analysis tear-down: a new process for product development and innovation. N.Y.: Industrial Press, 2005. 207 p.

7. Shumaev V.A., Goncharenko L.P., Odintsov A.A., Sazonov A.A., Sybachin S.A. Logistification of Russia as basis for further development of economy. Conference book. The 5th Internationale Conference in Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism & Hospitality 2017 (SERVE 2017) Russia-Moscow, 30 November 2017. CRC Press / Balkema, Taylor & Francis Group. P 1-5.

8. Shumaev V.A., Odintsov A.A., Sazonov A.A., Raniuk V.V., Arkhipova N.I., Morkovkin D.E. Model of Efficient Cost Reduction Instrument for Machine Construction. Modern Journal of Language Teaching Methods (MJLTM), marsh 2018. P. 285-292. URL: <http://mjltm.org/en/downloadpaper.php?pid=467%20&%20p=A>.